

Pengendalian Persediaan untuk Mengurangi Biaya Total Persediaan dengan Pendekatan Metode Periodic Review (R,s,S) Power Approximation pada Suku Cadang Consumable (Studi Kasus : Job Pertamina Talisman Jambi Merang)

Adhi Putra Mahardika^{1*}, Muhammad Nashir Ardiansyah², Efrata Denny S. Yunus³

^{1,2)} Fakultas Rekayasa Industri, Program Studi Teknik Industri, Telkom University,

³⁾ Fakultas Ekonomi & Bisnis, Program Studi Doktor Ilmu Manajemen, Universitas Padjadjaran,

email : apm.mahardika@gmail.com¹, nashir.ardiansyah@gmail.com², efratadenny@gmail.com³

Abstract

Spare parts is one of the production support components which plays an important role for the survival of gas production in the gas processing facility owned by SKN JOB Pertamina Talisman Jambi Merang. The high inventory level increased the high inventory cost for the industry which get the benefit from the efficiency of processes and resources. This research involved consumable spare parts for Solar Turbine engine as much as 25 SKUs with demand character patterned lumpy demand and Poisson distribution. The implementation of policies using Periodic Review (R, s, S) with Power Approximation approach in the inventory system capable to generate a lower total cost inventory by pressing the backorder volume, the booking volume and the inventory levels in a balanced manner. Calculation of Periodic Review (R, s, S) with Power Approximation approach resulted inventory parameter which was able to press the total cost of inventory at 8.54% lower and increase the service level by 1.11%.

Keywords: Supply Chain Management, Spare Parts Inventory Management, Periodic Review, Power Approximation

Abstrak

Suku cadang adalah salah satu komponen pendukung produksi yang memegang peranan penting bagi kelangsungan produksi gas di fasilitas pengolahan gas SKN milik JOB Pertamina Talisman Jambi Merang. Tingginya tingkat persediaan menimbulkan biaya persediaan yang tinggi untuk industri yang memperoleh keuntungan dari efisiensi proses dan sumber daya. Penelitian melibatkan suku cadang *consumable* untuk mesin Solar Turbine sebanyak 25 SKU dengan karakter permintaan berpola *lumpy demand* dan berdistribusi *poisson*. Penerapan kebijakan *Periodic Review (R,s,S)* dengan pendekatan *Power Approximation* pada sistem persediaan mampu menghasilkan total biaya persediaan yang lebih rendah dengan menekan volume *backorder*, volume pemesanan dan tingkat persediaan secara seimbang. Dengan parameter persediaan hasil perhitungan *Periodic Review (R,s,S) Power Approximation*, biaya total persediaan mampu ditekan sebesar 8,54% lebih rendah dengan peningkatan *service level* sebesar 1,11%.

Kata Kunci: Supply Chain Management, Spare Parts Inventory Management, Periodic Review, Power Approximation

1 Pendahuluan

Manajemen persediaan suku cadang yang efektif merupakan salah satu hal yang perlu diper-

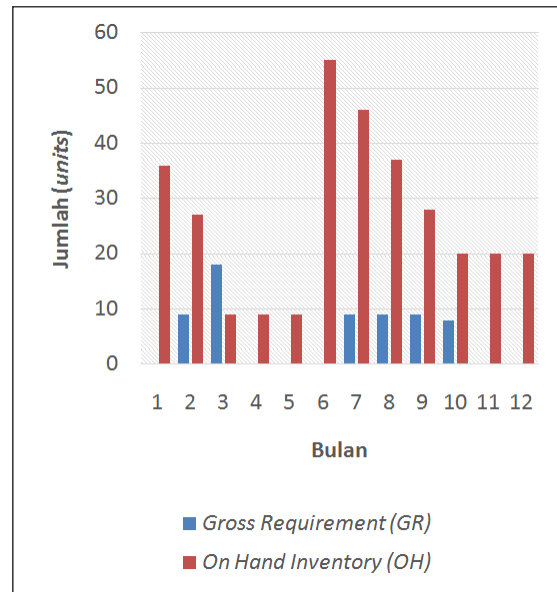
*Korespondensi Penulis

hatikan oleh banyak perusahaan, dari perusahaan manufaktur mutakhir hingga perusahaan jasa, pabrik kimia, perusahaan telekomunikasi maupun penyedia jasa transportasi. Berbeda dengan persediaan *work in process* (WIP) dan barang jadi yang tinggi rendahnya dipengaruhi oleh laju proses produksi dan tingkat permintaan konsumen, suku cadang disimpan dalam persediaan untuk mendukung operasi perbaikan dan mencegah terjadinya kerusakan pada peralatan dan mesin.

Suku cadang *consumable* Solar Turbine adalah salah satu jenis suku cadang yang disimpan dalam sistem persediaan suku cadang di fasilitas pengolahan gas SKN milik JOB Pertamina Talisman Jambi Merang (JOB PTJM). Suku cadang ini disediakan dengan tujuan mendukung operasi perbaikan dan mencegah terjadinya kerusakan pada kelompok mesin Solar Turbine. Sebanyak 53% item material suku cadang di sistem persediaan suku cadang untuk mesin Solar Turbine terdiri dari suku cadang *consumable*. Jenis suku cadang ini disediakan dalam jumlah banyak di fasilitas pengolahan gas SKN dikarenakan suku cadang kategori ini yang paling banyak dibutuhkan untuk kepentingan perawatan berkala (*preventive maintenance*). Dengan tingginya komposisi suku cadang *consumable* di sistem persediaan suku cadang mesin Solar Turbine, dibutuhkan sebuah manajemen persediaan yang baik untuk mencegah terjadinya *overstock* maupun *stockout*.

Di JOB PTJM, kebijakan untuk melakukan penyediaan suku cadang sangatlah tergantung pada frekuensi penggunaan suku cadang tersebut. Makin sering suku cadang tersebut dipakai, makin banyak pula suku cadang tersebut disediakan di sistem persediaan. Suku cadang *consumable*, terutama suku cadang *consumable* Solar Turbine merupakan salah satu material yang memiliki frekuensi penggunaan tinggi dikalangan material yang dibutuhkan untuk operasi produksi dan pengolahan migas di fasilitas pengolahan gas SKN. Dari tingkat permintaan ini kemudian ditentukan parameter persediaan menurut kebijakan persediaan yang berlaku. Status persediaan berikut parameter persediaan yang berlaku pada tahun 2012 dapat dilihat pada Gambar 1. Sebagai contoh, suku cadang Solar Filter Element 1039741.

Dari Gambar 1 didapat informasi bahwa tingkat persediaan untuk suku cadang Solar Filter Element 1039741 cukup tinggi untuk tingkat permintaan yang ada pada tahun 2013. JOB PTJM lebih memprioritaskan tingkat pelayanan yang optimal terhadap permintaan pihak *maintenance*. Namun di sisi lain, item persediaan



Gambar 1: Status Persediaan Suku cadang Solar Filter Element 1039741 tahun 2013
(Sumber: JOB Pertamina Talisman Jambi Merang, 2013)

an yang berjumlah banyak dan tak bergerak dalam waktu yang lama dapat menimbulkan biaya penyimpanan dan penanganan yang tinggi. Dalam skala lebih luas, peningkatan biaya penyimpanan dan penanganan material dapat meningkatkan biaya total persediaan.

Pada kondisi seperti ini, pihak PTJM pada akhirnya menghadapi suatu kondisi dimana harus mengambil keputusan apakah harus memprioritaskan tingkat layanan terbaik dengan tidak menghiraukan biaya operasional yang tinggi. Atau sebaliknya, mengurangi tingkat persediaan hingga titik minimum untuk mengurangi biaya operasi, dengan mengorbankan tingkat layanan.

Penelitian ini bertujuan untuk mencari alternatif kebijakan persediaan guna meminimasi biaya persediaan namun dengan mempertahankan tingkat pelayanan setinggi mungkin. Karena pada hakikatnya, manajemen inventori dan rantai suplai bertujuan untuk memberikan tingkat layanan terbaik kepada *user* dengan biaya seminimal mungkin (Chima, 2011).

2 Permasalahan dan Studi Literatur

Dari Gambar 1, dapat diketahui tingkat persediaan suku cadang Solar Filter 1039741 terhitung tinggi untuk tingkat permintaan yang

ada. Hal ini disebabkan kebijakan persediaan yang mengatur batas maksimum dan minimum atas persediaan suku cadang yang cenderung tinggi. Pada kondisi aktual, JOB PTJM menyamaratakan kebijakan persediaan *min-max* untuk semua material persediaan yang ada, termasuk suku cadang *consumable* Solar Turbine. Sementara untuk penentuan parameter kebijakan persediaan suku cadang ditentukan berdasarkan pendekatan *best practice*. Penelitian ini bertujuan mencari alternatif kebijakan persediaan dengan parameter persediaan yang mampu meminimasi biaya total persediaan dan mempertahankan tingkat pelayanan setinggi mungkin.

Dari sekian banyak kebijakan persediaan dan metode pengendalian persediaan yang umum dipakai salah satu yang memberikan performa terbaik dalam manajemen persediaan material suku cadang adalah kebijakan persediaan *Periodic Review* (R,s,S) (Porras & Dekker, 2008). Kebijakan persediaan *Periodic Review* (R,s,S) adalah kebijakan pengendalian persediaan yang menggunakan tiga buah parameter sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengelolaan persediaan. Parameter-parameter tersebut adalah *interval review* (R), *reorder point* (s), dan *maximum inventory level* (S) (Babai, Syntetos, & Teunter, 2010). Pada kebijakan *Periodic Review* (R,s,S), pemeriksaan status persediaan dilakukan hanya pada *periode review* (R). Pada periode ini, tingkat persediaan akan diperiksa apakah jumlah persediaan masih dalam kondisi aman atau tidak. Bila tingkat persediaan masih berada di atas *reorder point* (s), maka pemesanan ulang tidak akan dilakukan. Namun bila tingkat persediaan sudah berada di bawah *reorder point* (s), maka pemesanan akan dilakukan sebanyak jumlah yang dibutuhkan untuk meningkatkan tingkat persediaan hingga nilai maksimum persediaan (S). Hal ini membuat proses *replenishment* lebih efisien dalam hal biaya pemesanan dan biaya penyimpanan terlebih pada sistem persediaan material *slow motion* seperti suku cadang pada mesin-mesin industri karena tingkat persediaan yang ditekan hingga batas minimum sebelum dilakukan pemesanan ulang.

Menurut Scraft (1960) dalam Silver (1998), berdasarkan asumsi umum mengenai pola permintaan dan biaya-biaya, sistem persediaan *Periodic Review* (R,s,S) dapat menghasilkan total biaya *replenishment*, penyimpanan dan *backorder* yang lebih rendah dari sistem lain.

Model persediaan (R,s,S) diklaim efektif digunakan untuk manajemen persediaan material baik *slow moving* maupun *fast moving* (Porteus,

1985; Sani, 1995; Silver et al., 1998) dalam (Babai, Syntetos, & Teunter, 2010). Pada dasarnya sistem persediaan *Periodic Review* (R,s,S) ini mirip dengan *continuous review* (s, S) yang telah diaplikasikan secara luas di ranah manajemen persediaan dan sebagai basis dasar modul *material management* di sistem ERP (Porras & Dekker, 2008). Perbedaan keduanya hanyalah periode pengambilan keputusan untuk melakukan *replenishment*, apakah langsung melakukan pemesanan pada saat tingkat persediaan mencapai posisi *reorder point* atau menunggu waktu *review*.

Adapun pendekatan yang dapat digunakan untuk menentukan parameter-parameter kebijakan persediaan *Periodic Review* (R,s,S) sangatlah beragam. Beberapa praktisi *inventory control* kerap menggunakan pendekatan *simple approximation* dengan menggunakan parameter tambahan *working stocks*, *demand during lead time* dan sebagainya.

Dari sudut pandang literatur akademik, algoritma penentuan parameter (R,s,S) telah banyak dikembangkan. Beberapa diantaranya bersifat eksakta, seperti yang dikembangkan oleh Veinott dan Wagner (1965). Sementara yang lainnya bersifat pendekatan *heuristics* (Nadhors, 1975; Wagner, 1975; Ehrhardt, 1979; Ehrhardt dan Mosier, 1984; Porteus, 1985) (Babai, Syntetos, & Teunter, 2010). Pendekatan *heuristics* dipilih karena distribusi permintaan sulit untuk diramalkan dalam praktek nyatanya. Hal ini biasa dialami pada material berkarakteristik *lumpy* maupun *intermittent* (Babai, Syntetos, & Teunter, 2010).

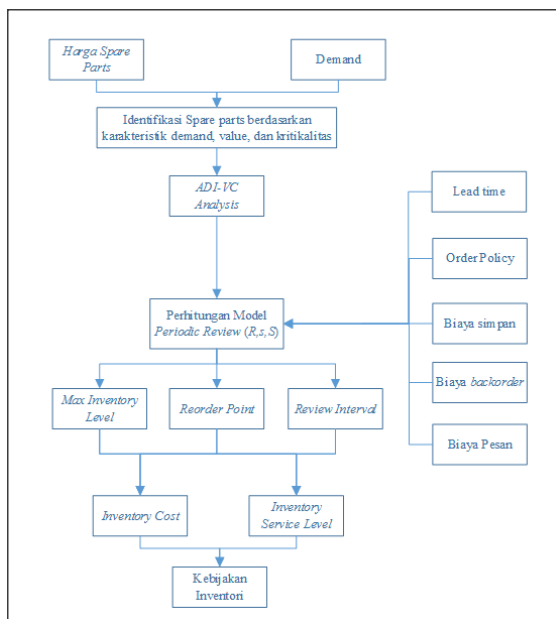
Metode *heuristics* yang mendapat perhatian banyak peneliti dan praktisi di ranah manajemen persediaan diantaranya *Power Approximation* (Ehrhardt dan Mosier, 1984; Silver et al., 1998), *normal approximation* (Wagner, 1975) dan nadhors *heuristics approximation* (Nadhors, 1975). Ketiga algoritma pendekatan *heuristics* ini dikembangkan dari dasar yang sama, yakni minimasi biaya. Nadhors *heuristics approximation* dan *Normal approximation* dikembangkan berdasarkan asumsi distribusi normal dan informasi biaya perunit. Sementara *Power Approximation* dikembangkan berdasarkan asumsi data permintaan berdistribusi *Poisson* atau *Negative Binomial Distribution* (NBD) yang dewasa ini dikenal dengan nama *Compound Poisson Distribution*. Sehingga penentuan parameter (R,s,S) untuk suku cadang *consumable* Solar Turbine di penelitian ini dapat menggunakan pendekatan *heuristics Power Approximation*.

Algoritma perhitungan *Power Approximation* membutuhkan data masukan berupa data permintaan *consumable* suku cadang Solar Turbine

selama kurun waktu satu tahun, data *lead time* untuk masing-masing suku cadang, serta data-data biaya. Masukan data ini nantinya digunakan untuk menentukan parameter yang optimal dan sesuai dengan karakteristik permintaan suku cadang itu sendiri. Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari data modul material management SAP JOB PTJM serta dokumen kontrak kerja sama antara JOB PTJM dengan PT. Indoturbine selaku *supplier* mesin dan suku cadang Solar Turbine di Indonesia. Data masukan tadi selanjutnya akan diuji distribusi data terlebih dahulu sebelum dilanjutkan dengan klasifikasi material suku cadang berdasarkan nilai konsumsi dan pola permintaan lalu penentuan parameter persediaan menggunakan *Power Approximation*.

3 Model Yang Digunakan

Alur penelitian ini digambarkan pada model konseptual yang tercantum pada Gambar 2.



Gambar 2: Model Konseptual Penelitian

Pada tahap awal data permintaan tahun 2013 akan diuji distribusinya sehingga dapat diketahui pola distribusi data permintaan. Tahap ini penting karena pola distribusi permintaan akan mempengaruhi metode yang dipakai pada tahap selanjutnya. Hasil dari pengujian pola distribusi data permintaan menghasilkan informasi berupa data permintaan suku cadang *consumable* Solar Turbine pada tahun 2013 mengikuti pola distribusi *Poisson*.

Tahap selanjutnya adalah mengklasifikasikan suku cadang berdasarkan karakteristik datangnya permintaan menggunakan analisis ADI-CV. Analisis ADI-CV digunakan untuk mengklasifikasikan suku cadang berdasarkan karakteristik permintaan melalui interval waktu datangnya permintaan, dan keberagaman tingkat permintaan yang datang.

Analisis ADI-CV mengklasifikasikan suku cadang berdasarkan pola permintaan berdasarkan interval antar kemunculan permintaan dan keberagaman tingkat permintaan yang muncul (Ghobbar & Friend, 2002). Dari klasifikasi ini, dapat diperoleh empat informasi sekaligus yang dapat dijadikan pedoman dalam pemilihan kebijakan persediaan yang cocok untuk diterapkan pada jenis material yang diteliti. Berdasarkan interval kemunculan permintaan, suatu material dapat digolongkan menjadi *continuous material* maupun *intermittent material*. *Continuous material* kerap disebut pula sebagai *fast moving material* dan cocok diatur menggunakan kebijakan *continuous review*. Sedangkan *intermittent material* merupakan material yang mendapat permintaan dengan selang waktu antar permintaan cukup besar. Material jenis ini kerap disebut sebagai *slow moving material* atau dan cocok diatur menggunakan kebijakan *Periodic Review*. Untuk material yang mempunyai pola permintaan *intermittent*, selanjutnya dapat diklasifikasikan menjadi *intermittent demand*, *erratic demand*, *lumpy demand*, dan *slow moving* (Ghobbar & Friend, 2002).

1. *Intermittent demand* : Permintaan bersifat acak atau banyak periode tanpa permintaan.
2. *Erratic demand* : Permintaan yang berpola tidak menentu dan ditandai dengan tingginya variasi ukuran permintaan per periode.
3. *Lumpy demand* : Permintaan nol secara acak dalam jangka waktu yang panjang.
4. *Slow Moving* : Tidak mempunyai variasi besar antara kebutuhan dan kuantitas permintaan.

Klasifikasi material berdasarkan pola pemakaiannya dapat dilihat dari ADI (*Average Demand Interval*) dimana menunjukkan rentang ukuran permintaan rata-rata pada periode tertentu dan CV (*Coefficient of Variations*).

Nilai ADI dapat diperoleh dengan melakukan perhitungan berdasarkan Persamaan (1) berikut (Kurniyah R., Rusdiansyah, & Arvitrida, 2010).

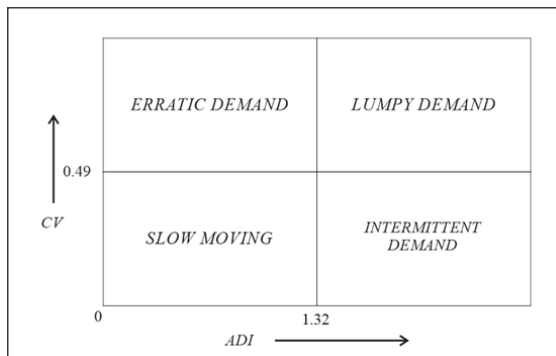
$$ADI = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N} \quad (1)$$

Dan untuk menghitung nilai CV dapat diperoleh dengan menggunakan Persamaan (2) (Kurniyah R., Rusdiansyah, & Arvitrida, 2010).

$$CV = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\epsilon_i - \bar{\epsilon})^2}{N}}}{\bar{\epsilon}} \quad (2)$$

Dengan $\bar{\epsilon}$ dapat diperoleh dengan Persamaan (3) (Kurniyah R., Rusdiansyah, & Arvitrida, 2010)

$$\bar{\epsilon} = \frac{\sum_{i=1}^N \epsilon_i}{N} \quad (3)$$



Gambar 3: Klasifikasi Pola Permintaan

Dengan diketahuinya nilai ADI dan CV, pemilihan kebijakan persediaan yang tepat untuk material suku cadang dapat dilakukan dengan makin mudah.

4 Asumsi, Notasi Dan Model Perhitungan

Kebijakan *Periodic Review* (R,s,S) dalam penelitian ini menggunakan pendekatan *heuristics Power Approximation* guna menentukan parameter persediaan optimal. Adapun asumsi yang digunakan dalam model ini adalah (Babai, Syntetos, & Teunter, 2010) :

1. Permintaan suku cadang berpola *Poisson*.
2. *Lead time* pemesanan suku cadang bersifat deterministik statis dengan *lead time* antara suku cadang satu dengan lainnya berbeda namun bersifat tetap dalam kurun waktu tertentu.
3. Harga suku cadang beserta biaya-biaya yang tercantum di kontrak kerja sama tidak berubah selama penelitian berlangsung.
4. Perhitungan hanya sampai tahap usulan.

4.1 Notasi

Notasi yang digunakan dalam metode *Power Approximation* untuk kebijakan *Periodic Review* (R,s,S) adalah sebagai berikut :

R *Interval review* dalam tahun

L *Lead time* pemesanan suku cadang dalam tahun

D Total permintaan suku cadang dalam satu tahun

A Biaya pemesanan suku cadang untuk sekali pesan

v Harga suku cadang per unit

r Biaya penyimpanan untuk satu unit suku cadang per periode.

B3 Biaya *backorder* untuk tiap kekurangan satu unit suku cadang

S Batas maksimum tingkat persediaan

s *Reorder point*

4.2 Model Perhitungan

Algoritma perhitungan pendekatan *Power Approximation* bertujuan menentukan parameter persediaan yang mendekati optimal dengan tujuan akhir penghematan biaya total persediaan serta meningkatkan *service level* dengan cara meminimasi *backorder*. Silver et al (1998) merevisi algoritma pendekatan *Power Approximation* dengan penambahan variabel *shortage cost* yang dapat berupa *backorder cost* maupun *lostsale cost*. Model perhitungan pendekatan *Power Approximation* yang telah direvisi dengan penambahan *variable cost* menurut (Silver, David F, & Peterson, 1998) dalam (Babai, Syntetos, & Teunter, 2010) adalah sebagai berikut.

Tahap 1. Hitung parameter Q_p dan S_p .

$$Q_p = 1.30 \bar{x}_R^{-0.494} \left(\frac{A}{vr} \right)^{0.506} \left(1 + \frac{\sigma_{R+L}^2}{\bar{x}_R^2} \right)^{0.116} \quad (4)$$

$$S_p = 0.973 \bar{x}_{R+L} + \sigma_{R+L} \left(\frac{0.183}{z} + 1.063 - 2.192z \right) \quad (5)$$

Di mana,

$$z = \sqrt{\frac{Q_p r}{\sigma_{R+L} B_3}} \quad (6)$$

Dengan,

$$\bar{x}_R = DR \quad (7)$$

$$\bar{x}_{R+L} = D(R+L) \quad (8)$$

Tahap 2. Jika $\frac{Q_p}{\bar{x}_R} > 1.5$, maka,

$$s = s_p \quad (9)$$

$$S = s_p + Q_p \quad (10)$$

Bila tidak, maka dilanjutkan ke tahap 3. Tahap 3.

$$S_0 = \bar{x}_{R+L} + k\sigma_{R+L} \quad (11)$$

Dengan

$$p_{\mu \geq}(k) = \frac{r}{B_3 + r} \quad (12)$$

Sehingga didapat nilai parameter sebagai berikut.

$$s = \text{minimum}\{S_p, S_0\} \quad (13)$$

$$S = \text{minimum}\{S_p + Q_p, S_0\} \quad (14)$$

ADI dapat dicari menggunakan persamaan

$$ADI = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N}$$

$$ADI_{20000000000032} = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N} \quad (15)$$

$$ADI_{20000000000032} = \frac{1+4+1+1+1}{6} = 1,33$$

Sedangkan nilai CV dapat dicari dengan menggunakan Persamaan (16) dan (17).

$$CV = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\epsilon_i - \epsilon)^2}{N}}}{\epsilon} \quad (16)$$

Dengan ϵ dapat diperoleh dengan Persamaan,

$$\epsilon = \frac{\sum_{i=1}^N \epsilon_i}{N}$$

$$\epsilon = \frac{\sum_{i=1}^N \epsilon_i}{N} \quad (17)$$

$$\epsilon = \frac{9+18+9+9+9+8}{12} = 5,167$$

Sehingga nilai VC dapat diperoleh sebagai berikut.

$$CV = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\epsilon_i - \epsilon)^2}{N}}}{\epsilon}$$

$$CV = \frac{\sqrt{\frac{(9-5,167)^2 + (18-5,167)^2 + (9-5,167)^2 + (9-5,167)^2 + (8-5,167)^2}{12}}}{5,167} \quad (18)$$

$$CV = 0,850109 \approx 0,85$$

Hasil analisis ADI-CV dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 4. berdasarkan analisis ADI-CV, suku cadang dibagi dalam empat kategori permintaan: *erratic*, *slow moving*, *lumpy* dan *intermittent*.

Tabel 1: Hasil Analisis ADI-CV

Karakter Permintaan	Jumlah SKU
<i>Erratic</i>	0
<i>Slow Moving</i>	0
<i>Lumpy</i>	24
<i>Intermittent</i>	1
Total	25

Sebaran hasil analisis ADI-CV dapat dipetakan menjadi empat kuadran sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.

Sebanyak 96% item suku cadang yang diteliti memiliki nilai CV di atas 0,49. Hanya item suku cadang dengan no material 20-0033 saja yang memiliki nilai CV di bawah 0,49. Sementara untuk parameter ADI, sebanyak 96% memiliki nilai

5 Contoh Perhitungan

Dalam penelitian ini suku cadang yang dijadikan sampel perhitungan adalah suku cadang jenis *consumable* untuk kelompok mesin Solar Turbine. Sampel perhitungan berjumlah 25 SKU dari total 190 SKU suku cadang *consumable*. Contoh perhitungan akan menggunakan suku cadang Solar Filter Element 1039741. Perhitungan diawali dengan pengujian distribusi data, dilanjutkan dengan analisis ADI-CV kemudian perhitungan algoritma *Power Approximation*.

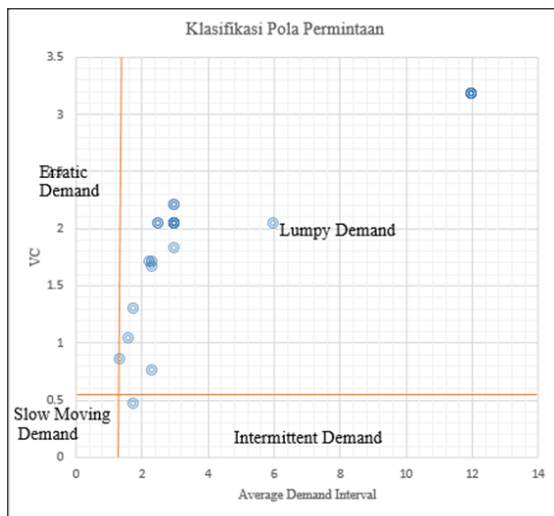
Uji distribusi dilakukan untuk mengetahui pola distribusi data permintaan suku cadang tersebut. Uji distribusi data dilakukan dengan bantuan SPSS 14 dengan uji *Kolmogorov Smirnov*. Hasil pengujian distribusi pada suku cadang Solar Filter Element 1039741 adalah permintaan suku cadang tersebut berdistribusi *Poisson*.

Setelah distribusi data seluruh sampel suku cadang diketahui, tahap penelitian dilanjutkan dengan tahapan identifikasi dan klasifikasi suku cadang. Identifikasi dan klasifikasi suku cadang dilakukan dengan analisis ADI-CV.

5.1 Analisis Adi-Cv

Analisis ini berfungsi mengklasifikasikan suku cadang berdasarkan pola kedatangan permintaan dan keberagaman tingkat permintaan. Keluaran dari analisis ini adalah metode serta pendekatan yang tepat untuk diaplikasikan pada material persediaan dengan pola permintaan tertentu.

Analisis ADI-CV dilakukan dengan cara menghitung nilai ADI (*Average Demand Interval*) dan CV (*Coefficient of Variability*) (Ghobbar & Friend, 2002). Sebagai contoh perhitungan akan digunakan suku cadang Solar Filter Element 1039741.



Gambar 4: Klasifikasi Suku cadang Berdasarkan Analisis ADI-CV

ADI di atas 1,32 dengan hanya item suku cadang bernomor material 20-1026 saja yang memiliki nilai ADI sebesar 0,5. Dengan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa 92% item suku cadang Solar Turbine memiliki karakteristik permintaan berjenis *lumpy demand*, dan 8% sisanya mempunyai karakteristik *erratic demand* dan *intermittent demand*.

Untuk nilai $ADI < 1,32$, permodelan sistem persediaan dapat menggunakan sistem *continuous review*, sementara untuk nilai $ADI > 1,32$ permodelan sistem persediaan di sarankan menggunakan sistem *Periodic Review* (Kurniyah R., Rusdiansyah, & Arvitrida, 2010). Hal ini dikarenakan interval antar permintaan yang besar sehingga *review* sistem tidak begitu perlu dilakukan secara terus menerus.

5.2 Perhitungan Parameter Periodic Review (R,S,S)

Untuk dapat menentukan ukuran *lot* persediaan suku cadang dengan menggunakan kebijakan persediaan *Periodic Review* dengan pendekatan *Power Approximation*, data masukan yang diperlukan antara lain data permintaan suku cadang, data *lead time* pemesanan, data biaya simpan, biaya pembelian, biaya pemesanan dan biaya kekurangan (*backorder cost*). Data permintaan untuk suku cadang Solar Filter Element 1039741 tercantum pada Tabel 2. Sementara *lead time* pemesanan suku cadang untuk suku cadang Solar Filter Element 1039741 adalah 90 hari atau 3 bulan.

Biaya simpan untuk suku cadang Solar Filter Element 1039741 terdiri dari biaya kepemilikan

Tabel 2: Data Permintaan Suku cadang Solar Filter Element 1039741

(Sumber: JOB Pertamina Talisman Jambi Merang, 2013)

Material Description	Permintaan 2013 (unit)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Element,filter,1039741,solar	0	9	18	0	0	0	9	9	9	8	0	0

persediaan (*cost of capital*), biaya pergudangan, depresiasi material, asuransi material, biaya sewa penggunaan alat material *handling* dan pajak kepemilikan material. Rincian biaya simpan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3: Rincian Biaya Simpan

Material Description	ELEMENT, FILTER, 1039741, SOLAR
Cost of Capital	\$ 151.97
Storage & Warehouse Space (Depreciation)	\$50.66
Insurance	\$50.66
MH Equipment	\$20.26
Tax	\$30.39
Total Annual Carrying Cost	\$303.95

Data biaya pemesanan dihitung melalui biaya *overhead procurement* selama satu tahun. Hal ini disebabkan perhitungan menggunakan metode *activity based costing* cukup sulit dilakukan, mengingat pengerjaan satu pesanan tidak dapat dilakukan dalam satu dua hari kerja. Di industri migas, proses pemesanan suatu suku cadang seringkali dilakukan bersamaan dengan proses pengadaan material lain. Sehingga untuk menghindari bias data, biaya pemesanan dilakukan dengan menjumlahkan pengeluaran divisi *procurement* selama satu tahun kemudian hasilnya dibagi dengan jumlah *purchase order* yang dihasilkan pada tahun tersebut. Hasil perhitungan biaya pemesanan di dapat nominal sebesar US \$ 167,67 untuk sekali proses pemesanan.

Biaya pembelian suku cadang Solar Filter Element 1039741 didapat dari harga suku cadang tersebut sebagaimana tercantum dalam kontrak kerja sama dengan pihak PT. Indoturbine. Harga suku cadang Solar Filter Element 1039741 adalah US\$ 1,013.15 per unit.

Biaya kekurangan suku cadang atau *backorder cost* didapat dari kesepakatan kontrak kerja sama untuk suplai suku cadang antara JOB PTJM dengan pihak PT. Indoturbine. Menurut dokumen kontrak kerja sama suplai ini, setiap permintaan suplai untuk memenuhi kekurangan pemenuhan permintaan (*backorder*) dikenakan biaya 6% dari harga suku cadang tersebut. Sehingga, biaya kekurangan untuk suku cadang Solar Filter Element 1039741 adalah US\$ 60.79 per unit kekurangan. Pada kondisi aktual,

tidak semua suku cadang mengalami kekurangan persediaan dalam memenuhi permintaan yang datang. Rincian biaya kekurangan dan jumlah kekurangan persediaan suku cadang tercantum pada Tabel 4.

Tabel 4: Rincian Kekurangan Suku cadang

Material Description	Backorder Cost (per item per year)	Backordered Units
ELEMENT, FILTER, 1039741, SOLAR	\$ 60.79	0

Dengan diketahuinya semua data masukan, perhitungan *Power Approximation* dapat dijalankan. Sebagai contoh perhitungan, digunakan suku cadang Solar Filter Element 1039741 sebagai sampel perhitungan. Perhitungan *Power Approximation* pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *interval review* setiap tiga bulan sekali.

Diketahui:

D : 62 unit / tahun

L : 90 hari = 0,25 tahun

R : 3 bulan = 0.25 tahun

v : \$ 1.013,15 / unit

r : \$ 303,95 / unit / tahun

B3 : \$ 60,79 / unit / periode

A : \$ 5,4 / pemesanan

Dengan perhitungan awal didapat nilai

$$\bar{x}_R = RD = 0.25(62) = 15.5$$

$$\bar{x}_{R+L} = (R+L)D = 31 \quad (19)$$

$$r = \frac{r}{R} = \frac{303.95}{4} = \$75.99 / \text{interval review}$$

Langkah 1.

$$Q_p = 1.30(62)^{-0.494} \left(\frac{134.7}{1,013.15 \times 303.95} \right)^{0.506} \times \left(1 + \frac{18^2}{15.5^2} \right)^{0.116} \quad (20)$$

$$Q_p = 0.22383$$

$$z = \sqrt{\frac{0.22383 \times 75.99}{18 \times 60.79}} = 0.12467$$

Sehingga nilai s_p dapat dicari sebagai berikut.

$$S_p = 0.973(31) + (18) \left(\frac{0.183}{0.12467} + 1.063 - 2.192(0.12467) \right) \quad (21)$$

$$S_p = 70.79863$$

Langkah 2.

$$\frac{Q_p}{\bar{x}_R} > 1.5$$

$$\frac{0.22383}{15.5} > 1.5 \quad (22)$$

$$0.01444 > 1.5$$

Sehingga harus dilanjutkan ke langkah 3.

Langkah 3.

Cari nilai k.

$$p_{\mu \geq}(k) = \frac{75.99}{60.79 + 75.99} = 0.56 \quad (23)$$

Sehingga nilai S_0 dapat dicari dengan perhitungan sebagai berikut.

$$S_0 = \bar{x}_{R+L} + k\sigma_{R+L} \quad (24)$$

$$S_0 = 31 + (0.56)18 = 41 \text{ unit}$$

Sehingga didapat nilai *reorder point* (s) dan *maximum level* (S) sebagai berikut.

$$s = \text{minimum}\{S_p, S_0\}$$

$$s = \text{minimum}\{70.79863, 41\}$$

$$s = 41 \text{ unit} \quad (25)$$

$$S = \text{minimum}\{S_p + Q_p, S_0\}$$

$$S = \text{minimum}\{70.79863 + 0.22383, 41\}$$

$$S = 41 \text{ unit}$$

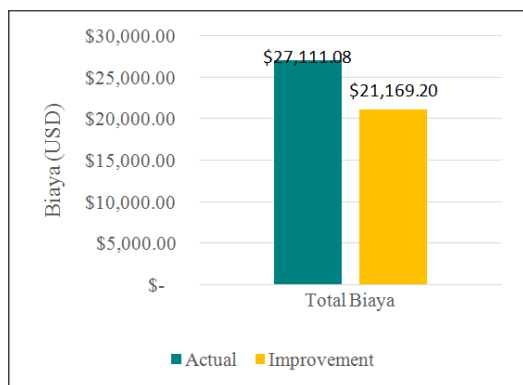
Sehingga dapat disimpulkan *reorder point* untuk suku cadang Solar Filter Element 1039741 adalah 41 unit dengan batas maksimum tingkat persediaan sebesar 41 unit. Hal ini berarti pada saat *periode review*, jika tingkat persediaan kurang dari 41 unit, maka pemesanan akan langsung dilakukan untuk menambah persediaan hingga setingkat persediaan setinggi 41 unit kembali.

Melalui perhitungan *Power Approximation*, parameter persediaan untuk suku cadang Solar Filter Element 1039741 bernilai $s = 41$ dan $S = 41$. Hal ini berarti ketika status persediaan turun di bawah 41 unit, maka pada saat periode pemeriksaan harus dilakukan pemesanan ulang untuk meningkatkan persediaan hingga nilai 41 kembali.

Parameter persediaan ini kemudian dimasukkan pada perhitungan biaya total persediaan menggunakan MRP. Hal ini dilakukan karena *Power Approximation* hanya mampu membangkitkan nilai parameter persediaan. Untuk

yakni biaya penyimpanan, biaya pemesanan dan pembelian, serta biaya kekurangan suku cadang. Secara lebih rinci, penerapan kebijakan *Periodic Review* (R,s,S) pada persediaan suku cadang Solar Turbine mampu menurunkan biaya penyimpanan sebesar 21,92%, biaya pemesanan dan pengadaan sebesar 5,39% serta biaya kekurangan material suku cadang hingga 30%.

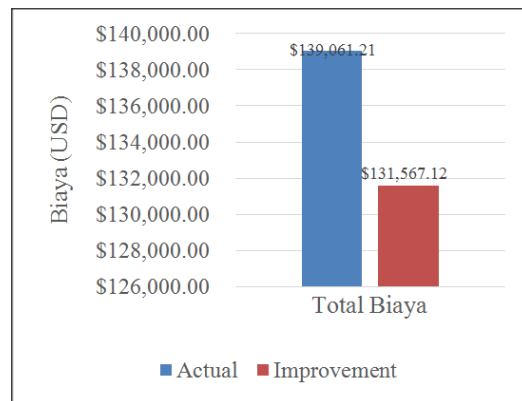
Margin sebesar 21,92% pada biaya penyimpanan dapat dihasilkan dengan menurunkan parameter persediaan seperti *reorder point* dan tingkat persediaan maksimum hingga setengah dari nilai semula. Utamanya untuk parameter tingkat persediaan maksimum, algoritma *Power Approximation* mampu memberikan nilai parameter yang menghasilkan *service level* baik namun dengan tingkat persediaan yang tergolong rendah. Sementara untuk parameter *reorder point* yang dibangkitkan algoritma *Power Approximation*, mampu menekan tingkat persediaan serendah mungkin namun masih mampu melayani permintaan dan meminimasi *backorder*. Selisih biaya penyimpanan pada kondisi aktual dan kondisi usulan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6: Selisih Biaya Simpan pada Kondisi Aktual dan Kondisi Usulan

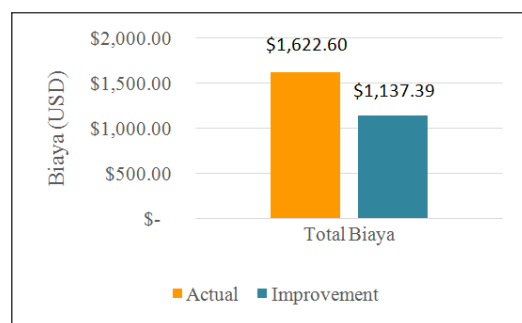
Sementara untuk biaya pemesanan dan pembelian suku cadang yang mampu ditekan hingga 5,39% diantaranya disebabkan oleh diberlakukannya interval pemesanan. Dengan adanya periode pemeriksaan dan pemesanan, aktivitas pemesanan tidak bisa dilakukan disembarang waktu, sehingga jumlah suku cadang yang dipesan pada saat periode pemesanan lebih mendekati optimal. Sehingga untuk jumlah suku cadang yang sama, biaya yang dikeluarkan dapat lebih rendah dibanding biaya yang dikeluarkan pada kondisi aktual. Selisih biaya pemesanan dan pengadaan suku cadang dapat dilihat pada Gambar 7.

Penerapan kebijakan persediaan *Periodic Re-*



Gambar 7: Selisih Biaya Pemesanan Kondisi Aktual dan Kondisi Usulan

view (R,s,S) mampu secara efektif menurunkan fenomena kekurangan material suku cadang. Sehingga biaya *backorder* mampu dihemat sebesar 30%. Hal ini dicapai seiring meningkatnya nilai *reorder point* hasil perhitungan *Power Approximation* pada beberapa suku cadang yang kerap mengalami *backorder*. Selisih biaya *backorder* pada kondisi aktual dan kondisi usulan dapat dilihat pada Gambar 8.

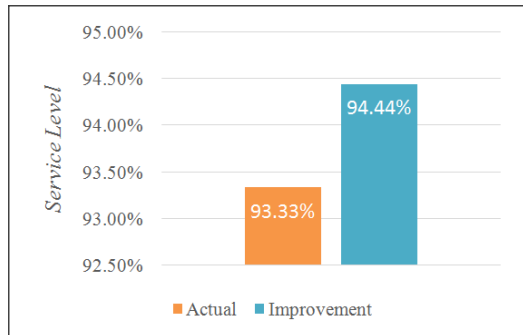


Gambar 8: Selisih Biaya Backorder pada Kondisi Aktual dan Kondisi Usulan

Penerapan kebijakan persediaan *Periodic Review* (R,s,S) dengan algoritma penentuan parameter *Power Approximation* selain mampu menekan biaya total persediaan hingga 8,54% juga efektif dalam meningkatkan tingkat layanan sistem persediaan suku cadang *consumable*.

Secara keseluruhan sistem suku cadang *consumable*, terjadi kenaikan tingkat pelayanan sebesar 1,11% dari sebelumnya 93,33% mencapai 94,44% ketika diterapkan pendekatan *Power Approximation*. Peningkatan sebesar 1,11% ini dapat dicapai karena kebijakan *Periodic Review* (R,s,S) secara efektif mampu menekan tingkat *backorder* yang terjadi dengan cara membangkitkan nilai *reorder point* yang mampu men-

jaga tingkat persediaan masih dapat melayani permintaan yang datang pada saat *lead time* pemesanan sedang berlangsung. Rincian selisih tingkat pelayanan dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9: Selisih Tingkat Persediaan pada Kondisi Aktual dan Kondisi Usulan

7 Kesimpulan dan Saran

7.1 Kesimpulan

Dari penelitian terhadap pengendalian persediaan suku cadang *consumable* Solar Turbine dapat disimpulkan bahwa:

1. Permasalahan di JOB Pertamina Talisman Jambi Merang berupa tingginya tingkat persediaan dan biaya total persediaan dapat diselesaikan dengan kebijakan persediaan *Periodic Review (R,s,S)* dengan pendekatan *Power Approximation*.
2. Berdasarkan hasil analisis ADI-CV, sebanyak 24 suku cadang memiliki pola permintaan *lumpy*, dan satu SKU suku cadang sisanya memiliki pola permintaan *intermittent*. Kebijakan *Periodic Review* disarankan sebagai kebijakan yang tepat untuk diaplikasikan.
3. Parameter persediaan untuk suku cadang Solar Filter Element 1039741 adalah *reorder point (s)* sebesar 41 unit, tingkat persediaan maksimum (*S*) sebesar 41 unit dengan *interval review (R)* setiap tiga bulan sekali.
4. Hasil perhitungan total biaya persediaan menggunakan kebijakan *Periodic Review (R,s,S)* menghasilkan biaya US \$ 151,834.67 atau lebih rendah 8,54% dari biaya yang dihasilkan kondisi aktual yakni US\$ 166,008.11.
5. Hasil penerapan kebijakan *Periodic Review (R,s,S)* menghasilkan *service level* sebesar 94,44% atau 1,11% lebih tinggi dari *service level* yang dihasilkan oleh sistem persediaan aktual, yakni 93,33%.

7.2 Saran

JOB PTJM harus mendefinisikan nilai inputan secara lebih terperinci agar perhitungan *Power Approximation* lebih mendekati optimal. Pengaplikasian *interval review* praktis membuat proses pemesanan ulang suku cadang dilakukan pada periode yang sama, maka dari itu perlu dilakukan penjadwalan pemesanan secara terperinci untuk semua suku cadang agar tidak ada item suku cadang yang tertinggal pada saat melakukan pemesanan. Penetapan *interval review* dapat disesuaikan dengan *lead time* pemesanan suku cadang.

Untuk penelitian selanjutnya, dapat ditambahkan metode peramalan untuk material suku cadang sebagai dasar pembangkitan nilai permintaan. Selain itu analisis kekritisitas suku cadang dapat ditambahkan sebagai salah satu variabel pemilihan sampel penelitian. Menindaklanjuti pembuatan jadwal pemesanan, analisis mengenai pemesanan terkoordinasi atau *Joint Replenishment* dapat dijadikan sebuah topik penelitian yang menarik untuk penelitian selanjutnya.

Daftar Pustaka

- Assauri, S. (1998). Manajemen Produksi dan Operasi. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Babai, M. Z., Syntetos, A. A., & Teunter, R. (2010). On the Empirical Performance of (T, s, S) Heuristics. *European Journal of Operational Research*(202), 466-472.
- Bahagia, S. N. (2006). Sistem Inventori. Bandung: ITB.
- Botter, R. (1996). *Spare parts: run or brake down!* Dutch: Eindhoven University of Technology.
- Botter, R., & Fortuin, L. (1998). *Stocking Strategy for Service Parts - A Case Study*.
- BP Migas. (2009). Pedoman Tata Kerja Pengelolaan Rantai Pasok kontraktor Kontrak Kerja Sama: Pedoman Pengelolaan Aset Kontraktor Kontrak Kerja Sama (Vol. 3). BP Migas.
- Chima, C. M. (2011). *Supply-chain Management Issues in the Oil and Gas Industry*. *Journal of Business & Economics Research*, 5(6).
- Elsayed, A. (1994). *Analysis and Control of Production Systems*. New York: Prentice Hall.

- Ghobbar, A., & Friend, C. (2002). *Sources of Intermittent Demand for Aircraft Spare Parts Within Airline Operations*. Journal of Air Transport Management, VIII(4), 221-231.
- Ghobbar, A., & Friend, C. (2004). *The Material Requirement Planning System for Aircraft Maintenance and Inventory Control*. Journal of Air Transport Management, 217-221.
- Huiskonen, J. (2001). *Maintenance Spare Parts Logistics: Special Characteristics and Strategic Choices*. International Journal Production Economics, 71(1-3), 125-133.
- Indonesia, P. T. (2014, Juni Rabu). *Corporate Customer Care Center*. Retrieved 2014, from Telkom Indonesia: <http://www.c4.telkom.co.id/v3/produk/telepon/slj>
- Kennedy, W., Patterson, J., & Fredendall, L. (2002). *An overview of recent literature on spare parts inventories*. International Journal of Production Economics 76, 201215.
- Kurniyah R., W., Rusdiansyah, A., & Arvitrida, N. I. (2010). Analisis Pemilihan Metode Pengendalian Persediaan Material Consumable Pesawat B737 Berdasarkan Klasifikasi Material (Studi Kasus di PT. GMF Aero Asia). Jurnal Tugas Akhir Teknik Industri ITS .
- Nabilawangi, G. (2013). Usulan Pengendalian Persediaan dan Proses Replenishment Menggunakan Metode Probabilistik Model P dan Q Serta Kanban Card pada Gudang Obat PT. XYZ.
- Porras, E., & Dekker, R. (2008). *An Inventory Control System for Spare Parts at a Refinery: An Empirical Comparison of Different Reorder Points Methods*. European Journal of Operation Research, 184(1), 101-132.
- Regattieri, A., Gamberi, M., Gamberini, R., & Manzini, R. (2006). *Managing Lumpy Demand for Aircraft Spare Parts*. Journal of Air Transport Management, 11, 426-431.
- Silver, E. P., David F, & Peterson, R. (1998). *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*. New York: John Wiley & Son.
- Sodikin, I. (2008). Analisis Penentuan Waktu Perawatan dan Jumlah Persediaan Suku Cadang Rantai.
- Supandi. (1999). *Manajemen Perawatan Industri*. Bandung: Ganeca Exact.
- Van Kampen, T., Akkerman, R., & Van Donk, D. (2012). *SKU Classification: A Literature Review and Conceptual Framework*. International Journal of Operations and Productions Management, 32(7), 850-876.